

GPI WEB CLIENT[Help](#)[Comments](#)[Logout](#)

Main Menu	Search Form	Result Set	Show S Numbers	Edit S Numbers	First Hit
Previous Patent	Next Patent				
Front	Citation	Pub	Cls	Clip'd Img	

JP402007875A

Jan. 11, 1990

L1: 1 of 1

ULTRASONIC OSCILLATOR AND DRIVER HAVING THIS OSCILLATOR

INVENTOR: FUNAKUBO, TOMOKI
ADACHI, HIDEO
APPLICANT: OLYMPUS OPTICAL CO LTD
APPL NO: JP 63149605
DATE FILED: Jun. 17, 1988
INT-CL: H02N2/00; H01L41/09; H04R17/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To oscillate an upper pedestal in any direction by controlling the synthesization of generated oscillation with a platelike piezoelectric laminate body and piezoelectric elements provided there.

CONSTITUTION: An oscillator 20 is composed of a piezoelectric laminate member 25 laminated in numerous pieces of platelike piezoelectric elements 21, a piezoelectric element 22, an upper pedestal 23 and a bottom pedestal 24. This piezoelectric elements 21 are laminated into a piezoelectric laminate member 25 so that the direction of polarization may alternately be opposite. The upper pedestal 23 is made of metal, etc., and adhered to the upper surface of the piezoelectric laminate member 25. In the center of the upper surface of the upper pedestal 23 a dome-shaped projection 26 is provided. A piezoelectric laminate body is thus composed of this piezoelectric laminate member 25, the upper pedestal 23 and the bottom pedestal 24. In this way, when the piezoelectric laminate body and the piezoelectric element 22 fitted to it are oscillated, the generated oscillations in longitudinal and transverse directions are synthesized and its synthesized condition is controlled. As a result, the material point on the oscillator performs an elliptical oscillation or a tilting reciprocating oscillation of arbitrary size and aspect and the movable member moves in the specified direction.

COPYRIGHT: (C)1990, JPO&Japio

Main Menu	Search Form	Result Set	Show S Numbers	Edit S Numbers	First Hit
Previous Patent	Next Patent				
Front	Citation	Pub	Cls	Clip'd Img	

[Help](#)[Comments](#)[Logout](#)

Z39.50 Gateway Based on CNIDR Isite

JP (875)

WEST 1.0[Help](#)[Main Menu](#) [Search Form](#) [Posting Counts](#) [Show WS Numbers](#) [Edit WS Numbers](#)**Search Results - Record(s) 1 through 1 of 1 returned.**1. Document ID: JP 02007875 A,

Relevance Rank: 99

Entry 1 of 1 File:DERWENT May 20, 1999

DERWENT-ACC-NO: 1990-054860

DERWENT-WEEK: 199008

COPYRIGHT 1998 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE:

Ultrasonic vibrator, and drive device - has piezoelectric device and appts.
to control vibration analysis, and changes direction of vibration at upper
table NoAbstract Dwg 17/17

PATENT-ASSIGNEE: OLYMPUS OPTICAL CO LTD[OLYU]

PRIORITY-DATA: 1988JP-0149605 (June 17, 1988)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP <u>02007875</u> A	January 11, 1990	N/A	008	N/A

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP02007875A	N/A	1988JP-0149605	June 17, 1988

IPC: H01L041/09; H02N002/00 ; H04R017/00

ABSTRACTED-PUB-NO:

EQUIVALENT-ABSTRACT:

TITLE-TERMS:

ULTRASONIC VIBRATION DRIVE DEVICE PIEZOELECTRIC DEVICE APPARATUS CONTROL
VIBRATION ANALYSE CHANGE DIRECTION VIBRATION UPPER TABLE NOABSTRACT

DERWENT-CLASS: V06

EPI-CODES: V06-M06D;

Full	Citation	Review	Classification	Date	Reference
------	----------	--------	----------------	------	-----------

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-7875

⑬ Int. Cl.⁵

H 02 N 2/00
H 01 L 41/09
H 04 R 17/00

識別記号

C

庁内整理番号

7052-5H

Z

7923-5D
7342-5F

⑭ 公開 平成2年(1990)1月11日

H 01 L 41/08

S

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全9頁)

⑮ 発明の名称 超音波振動子およびこの振動子を有する駆動装置

⑯ 特 願 昭63-149605

⑰ 出 願 昭63(1988)6月17日

⑱ 発 明 者 舟 窪 朋 樹 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリnbas光学工業株式会社内

⑲ 発 明 者 安 達 日 出 夫 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリnbas光学工業株式会社内

⑳ 出 願 人 オリnbas光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

㉑ 代 理 人 弁理士 坪 井 淳 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

超音波振動子およびこの振動子を有する駆動装置

2. 特許請求の範囲

(1) 板状の圧電素子を複数枚積層してなる圧電積層部材の一方の端面に振動出力を取出す上台を設け他方の端面に基板としての下台を設けてなる圧電積層体と、この圧電積層体の側面部に設けられた圧電素子と、上記圧電積層体と圧電素子とから発生する振動の合成を制御して上記上台を任意の方向に振動させる手段とを具備したことを特徴とする超音波振動子。

(2) 上記圧電素子を上記上台と下台とを連結するように上記圧電積層体の側面部に設けたことを特徴とする請求項1に記載の超音波振動子。

(3) 上記圧電素子を上記下台または上台の側面部にのみ設けたことを特徴とする請求項1に記載の超音波振動子。

(4) 請求項1または2または3に記載の超音波

振動子と、この超音波振動子の上台に接触する可動部材とからなり、この可動部材を任意の平面方向に移動させるように構成したことを特徴とする超音波振動子を有する駆動装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、圧電素子等の電気・機械変換素子を振動源として用いた超音波振動子およびこの振動子を有する駆動装置に関する。

[従来の技術]

最近、電磁型モータに代わる新しいモータとして超音波モータが脚光を浴びている。この超音波モータは原理的に新しいというだけでなく、従来の電磁型モータに比べて次のような利点を有している。

- ① 薄型、軽量、コンパクトである。
- ② ギヤなしで低速・高トルクが得られる。
- ③ 部品構成が単純で信頼性が高い。
- ④ 磁気的影響の授受がない。
- ⑤ バックラッシュがなく位置決めが容易である。

かくしてこれらの利点を生かすべく、種々の応用技術の研究が進められている。

超音波モータは大きくは円環型とリニア型に分けられる。第14図～第17図はリニア型の超音波モータの従来例を示す図である。

第14図は第1の従来例を示す図である。図中左側のランジュバン型圧電振動子1を振動させて、ホーン2の先端を弾性体からなる伝播棒3につきあてると、伝播棒3には屈曲進行波が発生する。この屈曲進行波は実線矢印Dで示すように伝播棒3を右方向に伝播して行く。そしてこの進行波は伝播棒3の右端につきあてられている同様なホーン4を介してランジュバン型圧電振動子5を励振させる。この時、図のLとRとを適当に選択してインピーダンスマッチングさせ、上記進行波のエネルギーをすべて吸収させる。こうすると上記進行波は常に定常的に左方から右方に進むことになる。

さてこのような屈曲進行波の生じている伝播棒3の表面にスライダ6をある一定の押圧力で圧

接保持させると、スライダ6は実線矢印Hで示すように図中左方向へと移動していく。

第15図は上記伝播棒3の屈曲進行波とスライダ6との関係を模式的に示す斜視図である。なお同図中3Aは伝播棒3に相当する弾性体、6Aはスライダ6に相当する移動体である。第15図に示すように弾性体3Aの質点Pは楕円軌跡を描いている。したがってこの図中左回りの楕円軌跡を描いている弾性体3Aの上に移動体6Aを所定圧力で圧接させると、移動体6Aはその進行波の進行方向Dとは逆方向すなわち図中左方向に駆動される。なお進行波の伝播方向を逆にすれば、移動体6Aは図中右方向へ駆動される。

第16図は他の従来例の構成を示す図である。ランジュバン型振動子7の先端には振動片8が取付けられている。そして上記振動片8の先端がスライダ6Bに対し、このスライダ6Bの面の法線に対して所定の角度 θ だけ傾斜した状態で、一定の押圧力で接触している。このランバジュ型振動子7に対して交流電源9からランバジュ型振動子

の固有振動数と同一の周波数の交流電圧を印加すると、ランジュバン型振動子7は縦振動を行なう。このとき振動片8の先端がスライダ6Bに所定角度 θ で当接していることから、横振動をも行なう。これらの振動の合成により振動片8の先端は楕円軌跡を描く。かくしてスライダ6Bは図中矢印で示すように左の方向に移動する。

第17図はさらに別の従来例を示す図で、特開昭62-135278号により開示された振動子の構成を示している。矩形状をなす導電性の振動子10の両面には圧電素子11、12が接着されている。この圧電素子11、12からは電圧印加用のリード端子A、Bが引出されており、振動子10からは、接地端子Eが引き出されている。振動子10の形状は、この振動子10の縦振動の共振周波数とたわみ振動の共振周波数とが一致するような形状となっている。かくして上記リード端子A、Bに上記共振周波数を有する交流電圧を一定の位相差をもって印加すると、振動子10の端面Sの質点が楕円運動を行なう。そこでスライ

ダ6Cを上記端面Sに対して一定の力で押圧すると、このスライダ6Cは図中矢印HHの方向に移動する。この移動方向は端子Aと端子Bとに印加する電圧の位相差により決定される。

〔発明が解決しようとする課題〕

第14図～第17図に示した超音波モータは、振動子の質点における楕円軌跡運動のエネルギーを移動体（スライダ）へ摩擦により伝達することを基本原理としている。

第14図に示した第1の従来例では、伝播棒3の全体に進行波を発生させなければならない為、効率が悪い上、装置全体が大型化してしまうという問題があった。また第16図に示した第2の従来例ではスライダ6Bの進行方向が一方向に限定される上、第1の従来例と同様に装置全体が大型化してしまうという問題があった。さらに第17図に示す第3の従来例では振動子10の両面に接着した圧電素子11と12とで振動出力を得るものであるため、スライダ6Cを移動するための大きな力を確保することが困難である。より大きな

振動出力を得るべく上記振動子10の側面に接着する圧電素子11, 12の枚数を増やすと、その分だけ装置が大型化してしまうという欠点があった。また上記第17図に示した従来例は振動子10の縦振動とたわみ振動とを合成して楕円振動を発生させようとするものであるが、両振動がいずれも共振状態でないと大きな出力が得られない。よって縦振動の共振周波数とたわみ振動の共振周波数を一致させる必要がある。この為に、トライアンドエラーで振動子10の形状を決めていかねばならず、大きな労力を要し、製作が容易でないという問題があった。

そこで本発明の目的は、コンパクトでエネルギー変換効率が良く、しかも大きな振動出力を取出すことができ、リニアモータとして用いた場合に駆動対象物を可逆的に移動可能である上、設計上の制約が少なく、製作容易な超音波振動子およびこの振動子を有する駆動装置を提供することにある。

〔作用〕

上記手段を講じたことにより次のような作用を呈する。圧電積層体と、この圧電積層体に取り付けられた圧電素子とを振動させると、発生した縦方向および横方向の振動が合成されると共に、その合成状態が制御されるので、振動子上の質点が任意な大きさおよび態様の楕円振動または傾斜往復振動を行なう。そこで振動子の上面に可動部材を接触させると、可動部材は所定方向へ移動する。この場合、振動源の主体として積層型の圧電アクチュエータを用いているので、本質的に大きな機械的出力を取出せ得る上、駆動電源の周波数を従来のように弾性体の固有振動数に合わせなくても大きな機械的出力が取出せるので、非共振で駆動してもよく、そのため設計上の制約が少なく、製作し易いものとなる。

〔第1実施例〕

第1図～第5図は本発明の第1実施例の構成を示す図で、第1図(a)は超音波楕円振動子の斜視図、第1図(b)は同振動子の上面図である。

〔課題を解決するための手段〕

そこで本発明は上記課題を解決し目的を達成するために次のような手段を講じた。(1)板状の圧電素子を複数枚積層してなる圧電積層部材の一方の端面に振動出力を取出す上台を設け他方の端面に基板としての下台を設けてなる圧電積層体と、この圧電積層体の側面部に設けられた圧電素子と、上記圧電積層体と圧電素子とから発生する振動の合成を制御して上記上台を任意の方向に振動させる手段とを備えるようにした。

(2)上記圧電素子を上記上台と下台とを連結するように上記圧電積層体の側面部に設けるようにした。

(3)上記圧電素子を上記下台または上台の側面部にのみ設けるようにした。

(4)前記(1)又は(2)又は(3)の超音波振動子と、この超音波振動子の上台に接触する可動部材とからなり、この可動部材を任意の平面方向に移動させるように構成した。

振動子20は板状の圧電素子21を多数枚積層してなる圧電積層部材25と、圧電素子22と、上台23と、下台24とにより構成されている。上記圧電素子21, 22はPZT等の圧電セラミックスの両面に、焼付け銀またはNiのスパッタリング処理またはNiのメッキ処理などにより電極を付け、この電極に接地用および電圧印加用のリード線を接続したものとなっている。上記圧電素子21は分極方向が交互に逆になるように数枚～数十枚重ねられ、エポキシ等の接着剤により接着して積層され、圧電積層部材25となっている。上台23はステンレス鋼等の金属またはアルミナ等のセラミックス材から成り、所定の厚みを持った四角板である。この上台23は圧電積層部材25の上面に接着されている。上台23の上面中央部には半球状の突起部26が設けられている。下台24は上台23と同じ材質からなり、上記圧電積層部材25の下面に接着されている。またこの下台24には、基台(不図示)に対して容易に取付け得るようにネジ穴(不図示)が形成されて

いる。圧電積層部材25に上台23, 下台24, により圧電積層体が構成されている。

圧電積層部材25を構成するそれぞれの圧電素子21に接続されている電極は一層おきにコモン接続され、このコモン接続された一方は、電圧印加用のリード線を介して端子Aに接続され、他方は、接地用のリード線を介して接地されている。

圧電素子22は第1図(b)に示すように一対の圧電素子22aと圧電素子22bとからなり、圧電積層体の両側に、相対向するような状態でしかも分極方向が同一方向となる様に絶縁部材(不図示)を介して接着されている。上記圧電素子22a, 22bの接着面側の電極は接地されており、外面側の電極は電圧印加用のリード線を介して端子Bに共通に接続されている。

第2図は振動子20を振動させるための駆動回路の構成を示す図である。30は周波数 f の交流を出力する交流電源であり、この電源30の出力は一方において移相器31, 電力増幅器32を介して端子Bに与えられ、他方において電力増幅器

33を介して端子Aに与えられる。移相器31は交流電源30から出力される交流の位相を $0 \sim 360^\circ$ まで移相可能なものである。電力増幅器32, 33は交流電源30または移相器31からの交流電力を増幅するためのものである。

次にこのように構成された本実施例の振動子20の動作について第3図～第5図を適時参照して説明する。交流電源30からの周波数 f の交流が電力増幅器33で増幅されて端子Aに与えられると、振動子20は第3図(a)に示すような縦振動を行なう。この縦振動の $1/4$ 波長共振の共振周波数 f_e は電気入力周波数に比べて十分高い周波数となる。すなわち上記縦振動は非共振による振動である。他方、交流電源30からの交流が移相器31によりその位相を $0 \sim 360^\circ$ の範囲で移相された状態で、電力増幅器32により増幅されて端子Bに与えられると、振動子20は第3図(b)に示すような横振動すなわちベンディング振動を行なう。このときベンディング振動における $1/4$ 波長共振の共振周波数 f_b を電気入力

周波数と一致させることにより共振駆動させる。上記二つの振動を同時に励起させ、かつ移相制御を行なうと、突起部26は第4図(a)～(i)に示すような各種の軌跡を描くことになる。振動子20をリニアモータとして用いる場合には(c), (g)なる楕円軌跡が得られれば良い。また電力増幅器32, 33の増幅率を変えることにより、第5図に示す楕円軌跡の成分 v , u の大きさを変化させる事が可能である。

第6図は振動子20の変形例を示す斜視図である。本変形例は、第1図(a)で示した振動子20の圧電素子22a, 22bが圧電積層体の側面全域に密着した状態に接着されていたのに対し、圧電素子22a, 22bを上記積層部材25の積層面の面積より大きな面積を有する上台23および下台24に対して橋渡しするような状態で接着した例である。このようにしても第1図に示した振動子20と同様に作動する。

第7図(a)(b)は他の変形例を図である。本変形例は下台24としてステンレス鋼などの金

属またはアルミナ等のセラミックス材からなる四角柱状のものをを用い、この下台の側壁に圧電素子22a, 22bを接着させた例である。本変形例においても、第1図示の振動子20とほぼ同様に作動する。

なお上記した実施例においては圧電素子22a, 22bとして単板を用いた例を示したが、例えばベンディング振動の出力を大きくするために圧電素子22を多数枚積層してもよい。このようにした場合には、第3図(b)に示すベンディング振動を非共振で発生させるようにしても大変位を得ることが可能なので、結局前記第3図(a)に示す縦振動および第3図(b)に示すベンディング振動を、共に非共振で発生させることが可能である。また圧電積層部材25として、板状の圧電素子21をエポキシ樹脂等の接着剤などで接着したものを示したが、グリーンシートの両面に白金等の電極を印刷し、積層、プレス後に一体焼成することによって作られた圧電積層部材であっても良い。

第8図(a)～(d)は、上述した振動子20を用いた駆動装置の構成を示す図である。第8図(a)に示すように板状のスライダ40を振動子20の突起部26に対して一定の押圧力により接触させる。この場合、上記スライダ40を突起部26に対し一定の力で押圧する手段としては、第8図(b)に示すように、コロとバネとを備えた押圧機構41によるものが考えられる。このような押圧機構41を用いれば、スライダ40は振動子20に対して一定の力で押圧された状態で矢印に示す如くスムーズに移動可能となる。またスライダ40が突起部26に圧接する部分に、第8図(c)に示すような断面コの字形の溝42を設け、この溝42の内底面に対して突起部26が第8図(d)に示す如く係合させれば、上記溝42によるガイド作用により、スライダ40を真すぐに移動させ得る。

圧電積層体と、この圧電積層体に取り付けた圧電素子22a, 22bとを振動させると、発生した縦方向および横方向の振動が合成されると共に、

面に対して接着した点である。なお上記圧電素子51a, 51bの電極のうち、一方は電圧印加用のリード線を介して端子B'に接続され、他方は接地用のリード線を介して接地されている。

第10図は上記振動子50を振動させるための回路の構成を示す図である。移相器31からの出力を2分岐し、電力増幅器32, 32'によってそれぞれ電力増幅が可能のように接続する。電力増幅器32は端子Bに、電力増幅器32'は端子B'にそれぞれ接続される。かくして交流電源30からの周波数fなる交流は移相器31により所要の移相(0～360°)が行なわれた後、電力増幅器32, 32'により電力増幅され、端子B, B'を介して圧電素子22a, 22bおよび51a, 51bに印加される。

第11図は第9図に示す振動子50とスライダ52とを示す斜視図である。端子Aに電圧が印加されると、振動子50には第3図(a)に示すような縦振動が第9図に示すZ軸方向に生じる。また端子Bに電圧が印加されると、振動子50には

その合成状態が制御されるので、振動子10上の質点が任意な大きさおよび態様の楕円振動または傾斜往復振動を行なう。そこで振動子10の上面に可動部材を接触させると、可動部材は所定方向へ移動する。この場合、振動源の主体として積層型の圧電アクチュエータを用いているので、本質的に大きな機械的出力を取出せ得る上、駆動電源の周波数を従来のように弾性体の固有振動数に合わせなくても大きな機械的出力が取出せるので、非共振で駆動してもよく、そのため設計上の制約が少なく、製作し易いものとなる。

〔第2実施例〕

第9図(a)(b)は本発明の第2実施例を示す図で、(a)は超音波楕円振動子の斜視図、(b)は同振動子の上面図である。なお第1図に示した超音波楕円振動子と同一部分には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。本実施例が第1実施例と相違する点は、一対の圧電素子22a, 22bと同様に構成された他の一対の圧電素子51(51a, 51b)を圧電積層体の他の二側

第3図(b)に示すようなペンディング振動が第9図に示すX軸方向に生じる。さらに端子B'に電圧が印加されると、振動子50には第3図(b)に示すようなペンディング振動が第9図に示すY軸方向に生じる。

本実施例の振動子50の特徴は、上記の三つの振動を合成した楕円軌跡運動を発生させ得ると共に、かつその楕円軌跡を含む面がZ軸を含む任意の面に一致させるように制御することが可能な点である。例えば電力増幅器32'の増幅度を「0」にし、電力増幅器32, 33の増幅度をある値として各端子に電圧を印加すると、突起部26は第11図に示すX-Z平面内において第4図(a)～(i)に示すような軌跡を描くことになる。また、電力増幅器32の増幅度を「0」にし、電力増幅器32', 33の増幅度をある値として各端子に電圧を印加すると、突起部26は第11図に示すY-Z平面内において第4図(a)～(i)に示すような軌跡を描くことになる。したがって電力増幅器32, 32'の増幅度を適宜調整すれば

ば、突起部26の楕円軌跡をZ軸を含んだ任意な面に一致させることができる。その結果、突起部26に所定の力で押圧されているスライダ52をX-Y平面内の任意方向に移動させ得るものとなる。上記の点以外は第1実施例と同様の作用効果を奏する。

第12図および第13図は上記した第2実施例の変形例を示す図であって、第1実施例における変形例(第6図、第7図)と同様の趣旨による変形例である。すなわち第12図の例は圧電素子22a、22bおよび51a、51bを、圧電積層部材25の積層面の面積より大きな面積の上台23および下台24に対して橋渡しするような状態で接合させた例である。また第13図の例は下台24を四角柱のものとなし、その側面に圧電素子22a、22bおよび51a、51bを接合した例である。

なお上述した第2実施例において各振動子を駆動する周波数 f と、縦振動周波数 f_e およびペンディング振動周波数 f_b を一致させた場合、その

周波数が可聴域にあると、この振動子は人に対するノイズ源となる。このため、上記周波数 f_e 、 f_b が超音波領域すなわち20kHz以上となるように振動子を設計することが望ましい。

なお本発明は上述した各実施例および変形例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能であるのは勿論である。

[発明の効果]

本発明によれば、コンパクトでエネルギー変換効率が良く、しかも大きな振動出力を取出すことができ、リニアモータとして用いた場合に駆動対象物を可逆的に移動可能である上、設計上の制約が少なく、製作容易な超音波振動子およびこの振動子を有する駆動装置を提供できる。

4. 図面の簡単な説明

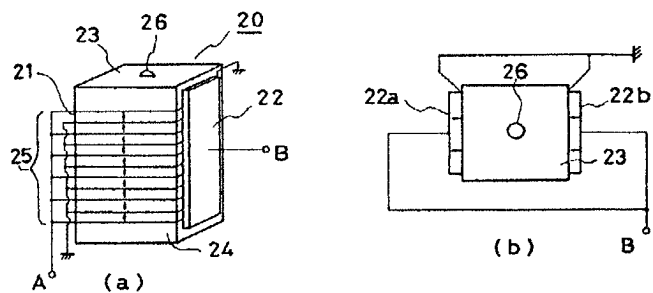
第1図(a)(b)～第8図(a)～(d)は本発明の第1実施例を示す図であり、第1図(a)(b)は振動子の斜視図および上面図、第2図は同振動子の駆動回路の構成図、第3図(a)(b)

は振動子の動作モードを示す略式側面図、第4図(a)～(i)は第3図(a)(b)に示す動作モードを合成した場合の突起部の軌跡を示す図、第5図は楕円軌跡の縦および横成分を示す図、第6図は同振動子の変形例を示す斜視図、第7図(a)(b)は同振動子の他の変形例を示す斜視図、第8図(a)～(d)は同振動子を用いた駆動装置の構成を示す図である。第9図(a)(b)～第13図(a)(b)は本発明の第2実施例を示す図であり、第9図(a)(b)は振動子の斜視図および上面図、第10図は同振動子の駆動回路の構成図、第11図はスライダ及び振動子の斜視図、第12図は同振動子の変形例を示す斜視図、第13図(a)(b)は同振動子の他の変形例を示す斜視図である。第14図～第17図は従来の超音波リニアモータを示す図であり、第14図は従来の超音波リニアモータの構成を示す図、第15図は同従来例の弾性体に生ずる進行波を示す図、第16図は他の従来例の構成を示す図、第17図はさらに別の従来例の構成を示す図であ

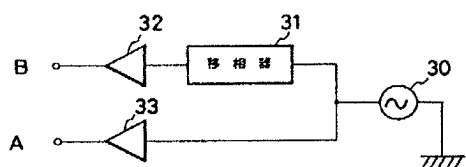
る。

1, 5, 20, 50…振動子、6, 40, 41, 52…スライダ、21, 22a, 22b, 51a, 51b…圧電素子、23…上台、24…下台、25…圧電積層部材、26…突起部、30…交流電源、31…移相器、32, 32', 33…電力増幅器。

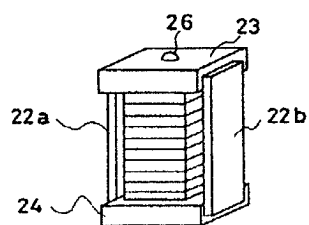
出願人代理人 弁理士 坪井 淳



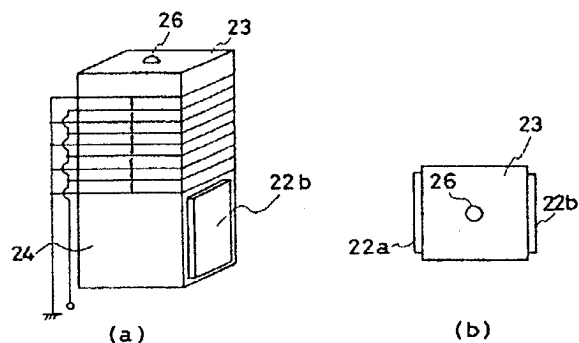
第 1 図



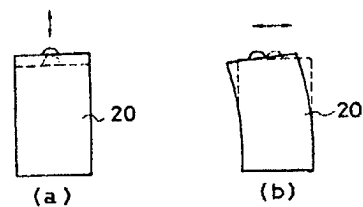
第 2 図



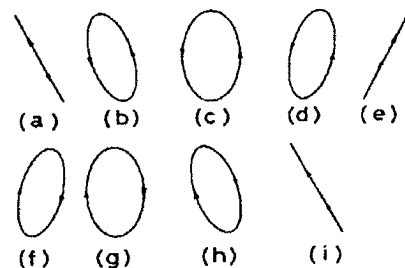
第 6 図



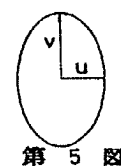
第 7 図



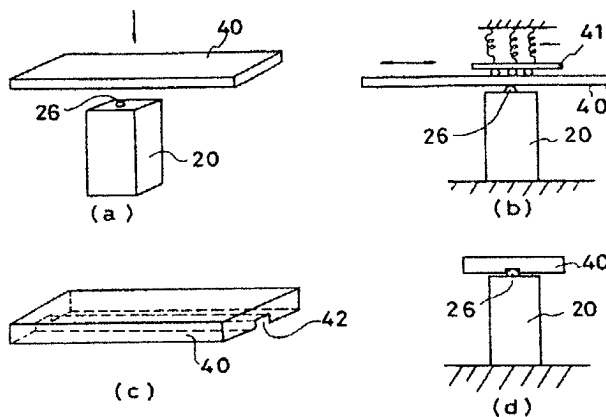
第 3 図



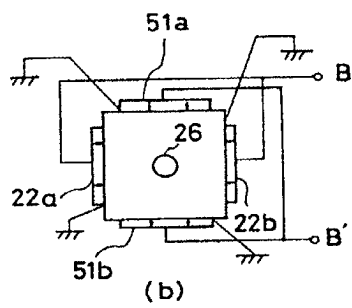
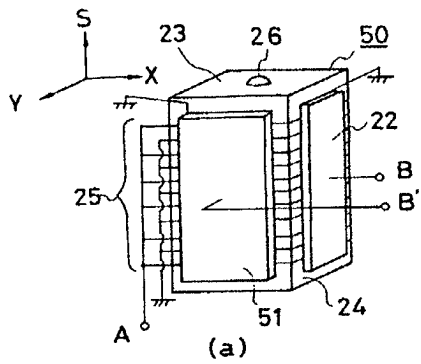
第 4 図



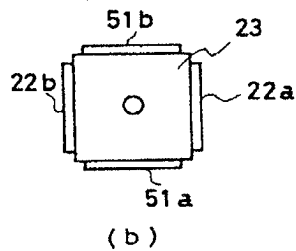
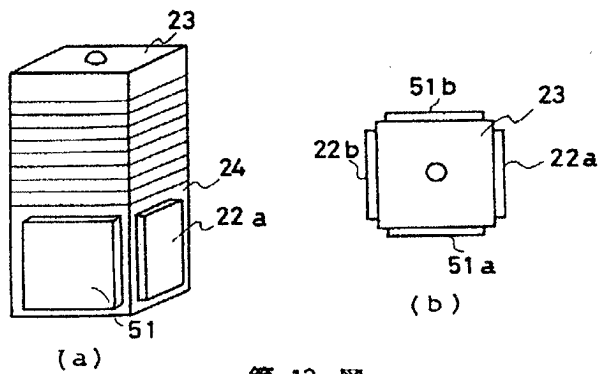
第 5 図



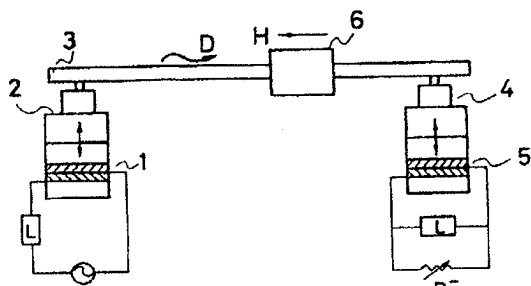
第 8 図



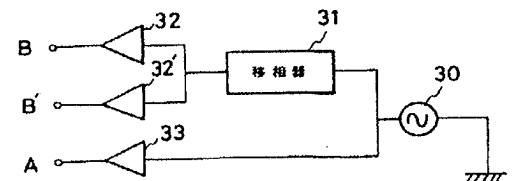
第 9 図



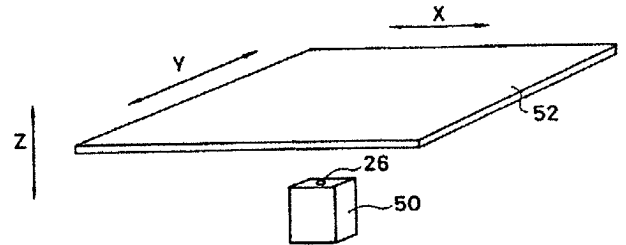
第 13 図



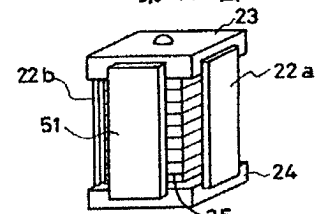
第 14 図



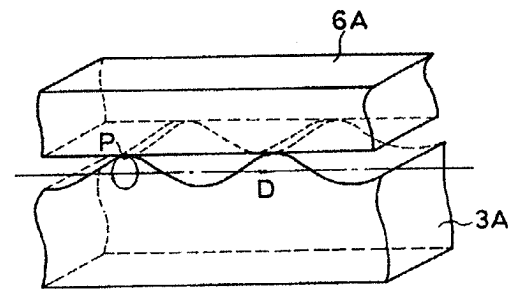
第 10 図



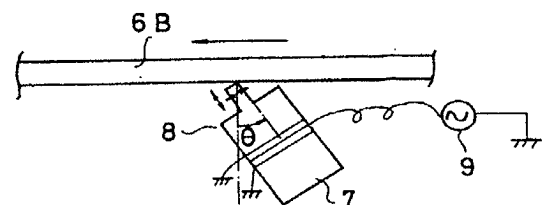
第 11 図



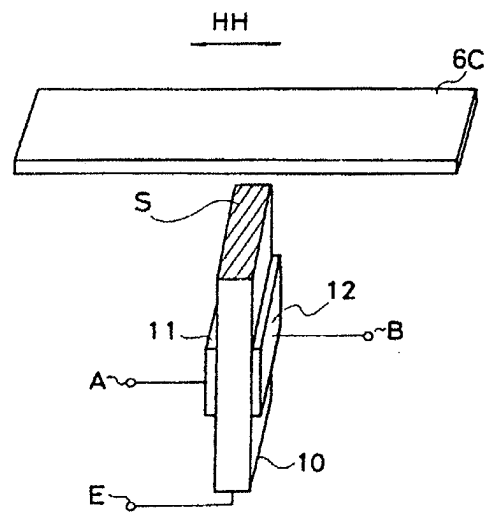
第 12 図



第 15 図



第 16 図



第 17 図